

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **72 370** (13) **U8**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК

[H02M 7/521 \(2006.01\)](#)[H05B 6/06 \(2006.01\)](#)**(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 27.11.2015)  
Пошлина: учтена за 5 год с 23.11.2011 по 22.11.2012

(21)(22) Заявка: [2007143361/22](#), 22.11.2007(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
22.11.2007(45) Опубликовано: [10.04.2008](#)(15) Информация о коррекции:  
Версия коррекции №1 (W1 U1)(48) Коррекция опубликована:  
[10.09.2008](#) Бюл. № 25

Адрес для переписки:  
620078, г.Екатеринбург, ул. Студенческая,  
51, ЗАО "РЭЛТЕК", Т.Г. Соловьевой

(72) Автор(ы):

Лузгин Владислав Игоревич (RU),  
Петров Александр Юрьевич (RU),  
Черных Илья Викторович (RU),  
Шипицын Виктор Васильевич (RU),  
Лопатин Иван Евгеньевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

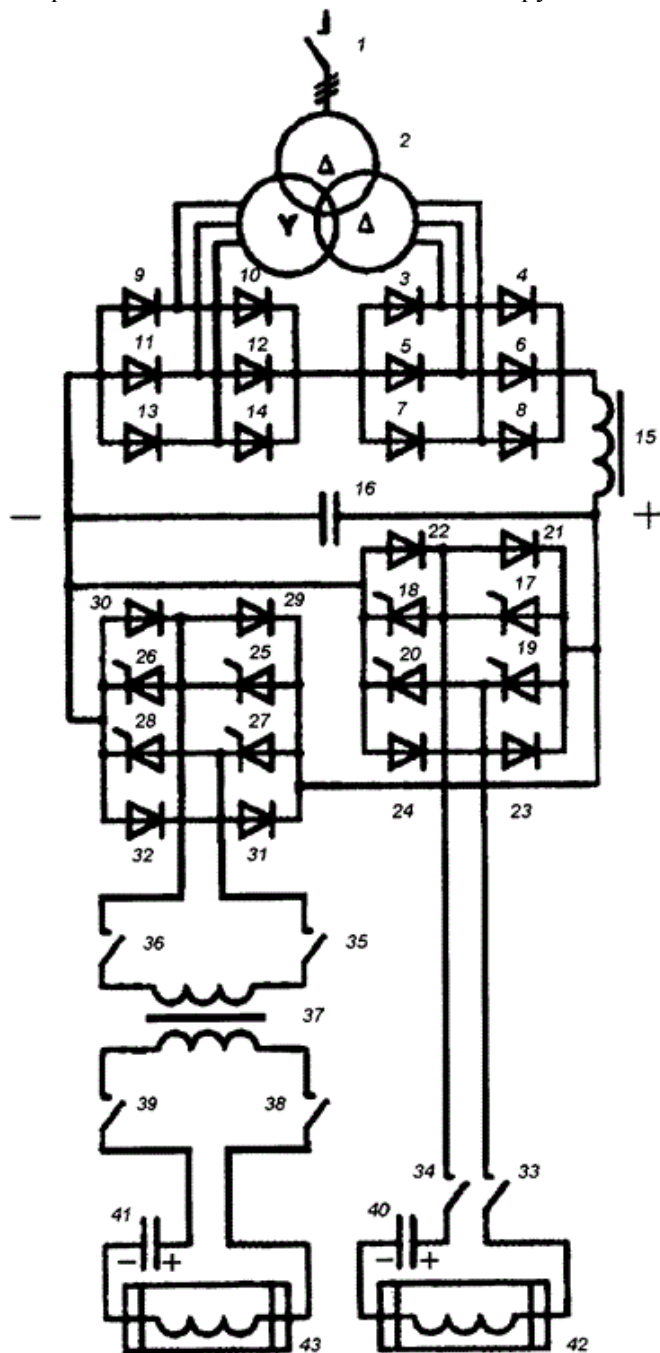
Закрытое акционерное общество  
"РЭЛТЕК" (RU),  
ГОУ ВПО Уральский государственный  
технический университет-УПИ (RU)

**(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО  
ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ  
ИНВЕРТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ**

(57) Реферат:

Устройство для проведения комбинированного электротехнологического процесса одновременной индукционной плавки металла и сушки тигеля, состоящее из трехфазного трехобмоточного низкочастотного сетевого трансформатора, двух трехфазных выпрямительных диодных мостов, одного фильтрового дросселя и одного фильтрового конденсатора, двух однофазных последовательных мостовых тиристорных инверторов напряжения с диодами встречного включения, двух индукционно-плавильных печей с последовательно соединенными компенсирующими конденсаторами, а также трехфазного ключа и двух пар соединительных шин, причем каждая индукционно-плавильная печь состоит из индуктора и тигеля, причем первая печь предназначена для плавки металла, а вторая - для сушки тигеля, при этом первичная обмотка трехфазного трехобмоточного низкочастотного сетевого трансформатора через трехфазный ключ подсоединена к трехфазной промышленной питающей сети переменного тока, а две вторичные обмотки этого трансформатора соединены с выводами переменного тока соответственно первого и второго трехфазных выпрямительных диодных мостов, которые выводами постоянного тока соединены согласно последовательно между собой с образованием общего выпрямителя, при этом к общему положительному полюсу указанного общего выпрямителя первым выводом подсоединен фильтровый дроссель, к второму выводу которого и к отрицательному полюсу общего выпрямителя подсоединен фильтровый

конденсатор, к выводам которого подсоединены два последовательных мостовых тиристорных инвертора напряжения, которые выводами постоянного тока соединены параллельно между собой и в прямом направлении по отношению к полярности напряжения общего выпрямителя, при этом к выводам переменного тока первого однофазного последовательного мостового тиристорного инвертора напряжения с помощью первой пары соединительных шин подсоединена первая индукционно-плавильная печь для плавки металла с последовательно соединенным с ней первым компенсирующим конденсатором, отличающееся тем, что дополнительно введен однофазный высокочастотный изолировочный трансформатор и одна пара соединительных шин, при этом к выводам переменного тока второго однофазного последовательного мостового тиристорного инвертора напряжения с помощью второй пары соединительных шин подсоединена первичная обмотка упомянутого однофазного высокочастотного изолировочного трансформатора, вторичная обмотка которого с помощью третьей пары соединительных шин подсоединена к второй индукционно-плавильной печи для сушки тигеля, соединенной последовательно с вторым компенсирующим конденсатором.



Предлагаемая полезная модель относится к индукционно-нагревательной технике и может быть использована для одновременной плавки металлов и сушки тигеля при восстановительном ремонте индукционно-плавильных печей.

Известно, что в настоящее время для плавки металлов широко используются высокочастотные электромагнитные поля, которые получают с помощью

полупроводниковых преобразователей повышенной частоты, что позволяет увеличить удельную мощность на единицу массы расплавляемого металла без выплескивания металла из тигеля плавильной печи и тем самым увеличить интенсивность индукционно-плавильного процесса, снизить время плавки металла, уменьшить удельную установленную мощность плавильного оборудования на единицу массы выплавляемого металла. Для этого может быть использован последовательный инвертор напряжения с диодами встречного тока. (Приложение 1. Тиристорные преобразователи повышенной частоты для электротехнологических установок / Е.И.Беркович и др. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Энергоатомиздат, Ленинградское отд-ние, 1983, стр.50, рис.2, 20,а). Однако в приведенном последовательном инверторе при плавке металлов имеет место существенное изменение его выходной мощности, что существенно увеличивает удельную установленную мощность плавильного оборудования, в том числе оборудования выпрямителя и инвертора, т.к. это оборудование выбирается по максимальной мощности, необходимой для интенсивной плавки металла, которая может раза в два превышать среднюю за цикл плавки металла мощность. Поэтому применяют такое исполнение плавильной установки, при котором два последовательных инвертора напряжения соединяют параллельно между собой и подсоединяют через фильтровый дроссель и фильтровой конденсатор к общему выпрямителю, а к выходным зажимам первого и второго последовательных инверторов напряжения подсоединяют первую и вторую индукционно-плавильные печи, при этом перераспределяют мощность между индукционно-плавильными печами таким образом, чтобы в одной печи мощность была максимальная, для повышения эффективности плавки, а в другой - минимальная, например, для поддержания температуры расплава, что уменьшает пределы изменения мощности общего выпрямителя, увеличивает эффективность использования выпрямителя, а следовательно уменьшает удельную установленную мощность всего плавильного оборудования. Это устройство, принятое в качестве прототипа, приведено в Приложении 2. (Приложение 2. Лузгин В.И., Петров А.Ю., Сабитов А.К., Ковков А.В., Шипицын В.В.. Система электропитания для многопостовой среднечастотной плавки металла. В журнале «Технічна електродинаміка», Частина 6, Київ-2000, стр.69, рис.2). Однако в ряде случаев устройство прототипа не позволяет

увеличить эффективность использования оборудования и увеличить надежность его работы. Такой случай возникает тогда, когда необходимо отремонтировать тигель плавильной печи, который периодически выходит из строя после определенного количества плавков. При ремонте тигель формируют специальной жидкой формовочной смесью, поэтому в этой стадии тигель обладает очень низким электрическим сопротивлением, что при пробое изоляции обмотки индуктора индукционно-плавильной печи приводит к коротким замыканиям на землю и перенапряжениям в системе электропитания отремонтированной индукционно-плавильной печи. Поэтому требуется сушка и прокаливание тигеля отремонтированной индукционно-плавильной печи. Для нагрева и сушки сырого тигеля в него вставляют стальной стакан и наполняют его металлической шихтой. После сушки и прокаливания тигеля стакан вместе с шихтой расплавляют. Если создавать специальный источник для сушки и прокаливания тигеля отремонтированной индукционно-плавильной печи это увеличивает удельную установленную мощность плавильного оборудования, т.к. процесс сушки и прокаливания требуется в плавильном производстве постоянно по мере выхода из строя индукционно-плавильной печи после определенного количества плавков.

Предлагаемая полезная модель позволяет устранить отмеченные недостатки прототипа.

Технический результат полезной модели заключается в том, чтобы увеличить надежность работы устройства прототипа и уменьшить его удельную установленную мощность.

Сущность предлагаемой полезной модели заключается в следующем. Предлагаемое устройство для проведения комбинированного электротехнологического процесса - одновременной плавки металла и сушки тигеля содержит трехфазный трехобмоточный низкочастотный сетевой трансформатор, первичная обмотка которого с помощью трехфазного ключа подсоединяется к питающей промышленной сети переменного тока, а две вторичных обмотки этого трансформатора подсоединены к выводам переменного тока двух трехфазных выпрямительных диодных мостов, которые выводами постоянного тока соединены последовательно между собой, образуя общий выпрямитель, к которому через фильтровый дроссель и фильтровый конденсатор подсоединены два параллельно соединенных однофазных последовательных инвертора напряжения с диодами

встречного тока, к выходным зажимам переменного тока одного из которых с помощью соединительных шин подсоединена первая индукционно-плавильная печь для плавки металла, с последовательно соединенным с ней первым компенсирующим конденсатором.

Новым является то, что введен дополнительный однофазный изолировочный высокочастотный трансформатор, первичная обмотка которого с помощью соединительных шин подсоединена к выводам переменного тока второго однофазного последовательного инвертора напряжения с диодами встречного тока, а вторичная обмотка этого трансформатора с помощью соединительных шин подсоединена к второй индукционно-плавильной печи

для сушки тигеля с последовательно соединенным с ней вторым компенсирующим конденсатором.

При подаче питающего напряжения от питающей сети переменного тока и подаче управляющих сигналов для тиристорных инверторных мостов происходит одновременная плавка металла в первой индукционно-плавильной печи и сушка тигеля во второй индукционно-плавильной печи без дополнительного плавильного оборудования, а короткие замыкания на землю во второй индукционно-плавильной печи с сырым тигелем предотвращаются изолировочным высокочастотным трансформатором, т.е. достигается заявленный технический результат.

Предлагаемое устройство для проведения комбинированного электротехнологического процесса одновременной индукционной плавки металла в одной индукционно-плавильной печи и сушки тигеля во второй индукционно-плавильной печи приведено на фиг. и содержит: трехфазный ключ 1, трехфазный трехобмоточный низкочастотный сетевой трансформатор 2, два трехфазных выпрямительных диодных моста на диодах 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9, 10, 11, 12, 13, 14, фильтровый дроссель 15, фильтровый конденсатор 16, два однофазных последовательных мостовых тиристорных инвертора напряжения на управляемых вентилях 17, 18, 19, 20 и 25, 26, 27, 28 с диодами встречного тока соответственно 21, 22, 23, 24 и 29, 30, 31, 32, однофазный высокочастотный изолировочный трансформатор 37, первую пару 33, 34, вторую пару 35, 36 и третью пару 38, 39 соединительных шин и две соединенные последовательно с компенсирующими конденсаторами 40, 41 индукционно-плавильные печи 42, 43, состоящих каждая из индуктора и тигеля, при этом первая индукционно-плавильная печь предназначена для плавки металла, а вторая - для сушки тигеля. Первичная обмотка трехфазного трехобмоточного низкочастотного сетевого трансформатора 2 через трехфазный ключ 1 подсоединена к трехфазной промышленной питающей сети переменного тока, а две вторичных трехфазных обмотки упомянутого трансформатора 2 соединены с выводами переменного тока соответственно первого и второго выпрямительных трехфазных диодных мостов на вентилях  $3\div 8$  и  $9\div 14$ , которые выводами постоянного тока соединены согласно последовательно между собой с образованием общего выпрямителя на вентилях  $3\div 14$ , при этом для уменьшения пульсации выпрямленного напряжения одна вторичная трехфазная обмотка соединена по схеме «треугольник», а вторая - по схеме «звезда». К положительному полюсу общего выпрямителя на вентилях  $3\div 14$  подсоединен первый вывод фильтрового дросселя 15, между вторым выводом которого и отрицательным полюсом общего выпрямителя включен фильтровый конденсатор 16, к выводам которого подсоединены два однофазных последовательных инвертора напряжения на управляемых вентилях 17, 18, 19, 20 и 25, 26, 27, 28 с диодами встречного тока соответственно 21, 22, 23, 24 и 29, 30, 31, 32, которые выводами постоянного тока соединены согласно параллельно между собой и в прямом направлении по отношению к полярности напряжения общего выпрямителя на вентилях  $3\div 14$ . К выводам переменного тока первого однофазного последовательного

инвертора напряжения на вентилях  $17\div 24$  с помощью соединительных шин 33, 34 подсоединена предназначенная для плавки металла первая индукционно-плавильная печь 42, соединенная последовательно с первым компенсирующим конденсатором 40, к выводам переменного тока второго однофазного последовательного инвертора напряжения на вентилях  $25\div 32$  с помощью соединительных шин 35, 36 подсоединена первичная обмотка однофазного высокочастотного изолировочного трансформатора 37, вторичная обмотка которого с помощью соединительных шин 38, 39 подсоединена ко второй индукционно-плавильной печи 43, соединенной последовательно со вторым компенсирующим конденсатором 41 и предназначенной для сушки тигеля.

Устройство работает следующим образом. Перед началом работы замыкаются все соединительные шины 33, 34, 35, 36, 38, 39. При включении трехфазного ключа 1 на первичную обмотку трехфазного трансформатора 2 подается трехфазное переменное напряжение частотой 50 Гц, при этом через вторичные трехфазные обмотки

трансформатора 2 переменное напряжение подается на выводы переменного тока трехфазных выпрямительных мостов, выполненных на диодах 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9, 10, 11, 12, 13, 14, образующих общий выпрямитель, при этом на выводах постоянного тока этого выпрямителя появляется постоянное напряжение, которое через фильтровый дроссель 15 обеспечивает заряд фильтрового конденсатора 16 до постоянного напряжения с указанной на рисунке полярностью.

При подаче управляющих импульсов на управляемые вентили 17, 20 и 25, 28 в первый полупериод ток, близкий по форме к синусоидальному, протекает по контурам: 16-17-34-40-42-33-20-16 и 16-25-36-39-41-43-38-35-28-16, при этом происходит заряд компенсирующих конденсаторов 40 и 41 (полярность указана на фиг.). При описании контуров протекания тока в однофазных последовательных инверторах напряжения с диодами встречного тока принято допущение о том, что соответствующие выводы первичной и вторичной обмоток однофазного высокочастотного изолирующего трансформатора 37 эквипотенциальны, что позволяет условно объединить соединительные шины соответственно 35, 38 и 36, 39. Затем следует разряд компенсирующих конденсаторов 40, 41 и ток, близкий по форме к синусоидальному протекает в обратном направлении через встречные диоды по контурам: 40-34-21-16-24-33-42-40 и 41-39-36-29-16-32-35-38-43-41.

При подаче управляющих импульсов на управляемые вентили 19, 18 и 27, 26 во второй полупериод ток, близкий по форме к синусоидальному протекает по контурам: 16-19-33-42-40-34-18-16 и 16-27-35-38-43-41-39-36-26-16, при этом происходит заряд компенсирующих конденсаторов 40, 41 до напряжения противоположной полярности по отношению к полярности в первом полупериоде. Затем следует разряд компенсирующих конденсаторов 40, 41 и ток, близкий по форме к синусоидальному протекает в обратном направлении через встречные диоды по контурам: 40-42-33-23-16-22-34-40 и 41-43-38-35-31-16-30-36-39-41.

После этого процессы повторяются и через индукторы индукционно-плавильных печей 42, 43 протекает переменный ток, частота которого

определяется частотой управления тиристорами однофазных последовательных инверторов напряжения с диодами встречного тока на вентилях 17÷24 и 25÷32, что обеспечивает плавку металла в индукционно-плавильной печи 42 и сушку тигеля в индукционно-плавильной печи 43.

Как уже было отмечено выше пробой изоляции на землю индукционно-плавильной печи 43 при сыром тигеле этой печи в начале процесса сушки тигеля исключен, т.к. при наличии изолирующего трансформатора прямые пути для тока короткого замыкания на землю отсутствуют.

Таким образом, предлагаемое устройство для проведения комбинированного электротехнологического процесса позволяет одновременно плавить металл и производить сушку тигеля индукционно-нагревательной печи при повышенной надежности работы и уменьшенной удельной установленной мощности плавильного оборудования.

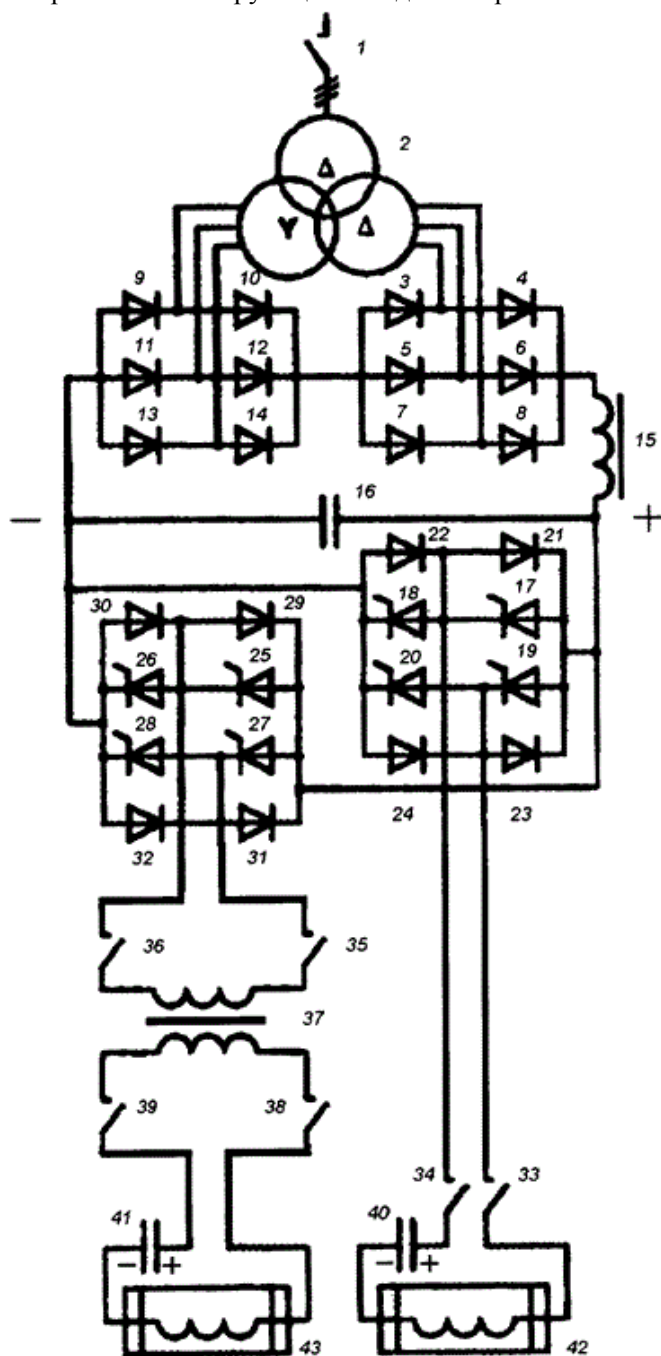
Необходимо отметить, что при выходе из строя и ремонте тигеля индукционно-плавильной печи 42, изолирующий трансформатор 37 с помощью соединительных шин 33, 34, 35, 36, 38, 39 подсоединяется для питания печи 42.

В качестве вентиля могут использоваться любые управляемые вентили.

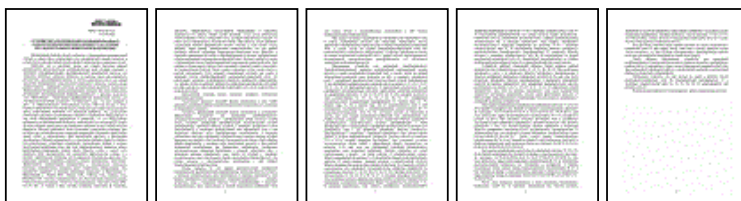
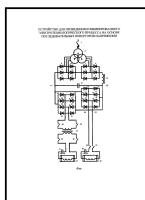
#### Формула полезной модели

Устройство для проведения комбинированного электротехнологического процесса одновременной индукционной плавки металла и сушки тигеля, состоящее из трехфазного трехобмоточного низкочастотного сетевого трансформатора, двух трехфазных выпрямительных диодных мостов, одного фильтрового дросселя и одного фильтрового конденсатора, двух однофазных последовательных мостовых тиристорных инверторов напряжения с диодами встречного включения, двух индукционно-плавильных печей с последовательно соединенными компенсирующими конденсаторами, а также трехфазного ключа и двух пар соединительных шин, причем каждая индукционно-плавильная печь состоит из индуктора и тигеля, причем первая печь предназначена для плавки металла, а вторая - для сушки тигеля, при этом первичная обмотка трехфазного трехобмоточного низкочастотного сетевого трансформатора через трехфазный ключ подсоединена к трехфазной промышленной питающей сети переменного тока, а две вторичные обмотки этого трансформатора соединены с выводами переменного тока соответственно первого и второго трехфазных выпрямительных диодных мостов, которые выводами постоянного тока соединены согласно последовательно между собой с образованием общего выпрямителя, при этом к общему положительному полюсу указанного общего

выпрямителя первым выводом подсоединен фильтровый дроссель, к второму выводу которого и к отрицательному полюсу общего выпрямителя подсоединен фильтровый конденсатор, к выводам которого подсоединены два последовательных мостовых тиристорных инвертора напряжения, которые выводами постоянного тока соединены параллельно между собой и в прямом направлении по отношению к полярности напряжения общего выпрямителя, при этом к выводам переменного тока первого однофазного последовательного мостового тиристорного инвертора напряжения с помощью первой пары соединительных шин подсоединена первая индукционно-плавильная печь для плавки металла с последовательно соединенным с ней первым компенсирующим конденсатором, отличающееся тем, что дополнительно введен однофазный высокочастотный изолировочный трансформатор и одна пара соединительных шин, при этом к выводам переменного тока второго однофазного последовательного мостового тиристорного инвертора напряжения с помощью второй пары соединительных шин подсоединена первичная обмотка упомянутого однофазного высокочастотного изолировочного трансформатора, вторичная обмотка которого с помощью третьей пары соединительных шин подсоединена к второй индукционно-плавильной печи для сушки тигеля, соединенной последовательно с вторым компенсирующим конденсатором.



ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

**Реферат:****Описание:****Рисунки:****ИЗВЕЩЕНИЯ**

**ТК1К - Поправки к публикациям сведений о полезных моделях в бюллетенях "Полезные модели. Промышленные образцы" и "Изобретения. Полезные модели"**

(21) Регистрационный номер заявки: [2007143361](#)

Номер и год публикации бюллетеня: **10-2008**

Код раздела: **FG1K**

Напечатано:

**(73) Закрытое акционерное общество "РЭЛТЭК" (RU), Уральский государственный технический университет-УПИ (RU)**

Следует читать: **(73) Закрытое акционерное общество "РЭЛТЕК" (RU), Уральский государственный технический университет-УПИ (RU)**

Извещение опубликовано: [10.07.2008](#) БИ: 19/2008

**ТН1К - Переиздание описания полезной модели к патенту Российской Федерации (титульный лист)**

(21) Регистрационный номер заявки: [2007143361](#)

Причина переиздания: **Коррекция библиографических данных**

Извещение опубликовано: [10.09.2008](#) БИ: 25/2008

**ТК1К - Поправки к публикациям сведений о полезных моделях в бюллетенях "Полезные модели. Промышленные образцы" и "Изобретения. Полезные модели"**

(21) Регистрационный номер заявки: [2007143361](#)

Номер и год публикации бюллетеня: **10-2008**

Код раздела: **FG1K**

Напечатано:

**(73) Закрытое акционерное общество "РЭЛТЭК" (RU), ГОУ ВПО Уральский государственный технический университет-УПИ (RU)**

Следует читать: **(73) Закрытое акционерное общество "РЭЛТЕК" (RU), ГОУ ВПО Уральский государственный технический университет-УПИ (RU)**

Извещение опубликовано: [20.09.2008](#) БИ: 26/2008

**ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе**

Дата прекращения действия патента: **23.11.2012**

Дата публикации: [20.09.2013](#)